

# Aula 9

## CONSERVAÇÃO DE ENERGIA II – CALOR ESPECÍFICO DE SUBSTÂNCIA SÓLIDA

### **META**

Aplicar o princípio das trocas de calor nos processos de transferência de energia.

### **OBJETIVOS**

Ao final desta aula, o aluno deverá:

- calcular a quantidade de calor recebido e cedido;
- descrever as unidades de troca de calor;
- construir gráficos  $Q \times T$  para calcular a capacidade calorífica do calorímetro.

### **PRÉ-REQUISITOS**

- Saber utilizar gráficos em papel milimetrado.
- Conhecer as escalas de temperatura.
- Saber fazer leitura em termômetros.

## INTRODUÇÃO

Olá, caro aluno! Na aula passada, aprendemos o princípio das trocas de calor nos processos de transferência de energia.

Em continuidade ao que abordamos na aula anterior, nesta aula, vamos estudar o princípio das trocas de calor nos processos de transferência de energia para calcular o calor específico de substâncias sólidas. Para isso, faça uma leitura bem cuidadosa da introdução teórica.



(Fonte: <http://pera.ifsc.usp.br>)

### Introdução Teórica

Na experiência anterior determinamos a capacidade calorífica  $Q(\text{cal}/^{\circ}\text{C})$  que é a quantidade de calor necessário para produzir uma variação de temperatura de  $1^{\circ}\text{C}$ .

$$C = \frac{Q}{\Delta\theta} \quad \text{ou} \quad C = m \cdot c$$

Calor específico é a quantidade de calor absorvido ou cedido por 1g da substância a fim de aumentar ou diminuir sua temperatura de  $1^{\circ}\text{C}$ .

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

$Q$  ... quantidade de calor recebida ou cedida

$\Delta\theta$  ...variação de temperatura

O calor específico também representa a capacidade da unidade de massa de uma substância.

$$\text{Sendo } m = 1,0\text{g} \text{ e } \boxed{C = m \cdot c} \Rightarrow \boxed{C = c}$$

Na prática, consideramos o processo de troca de calor isento de **perdas por irradiação**.

Para determinar o calor específico da substância sólida, usamos o método denominado das misturas.

Unidade cal/g.°C

### MATERIAL NECESSARIO

- a) Calorímetro tipo Berthelot n.º 04401.00 (03)
- b) Termômetro 0 – 50°C (1/10º) n.º 38033.00 (03)
- c) Lupa para leitura do termômetro n.º 08033.00 (03)
- d) Substância em experiência n.º 04222.00 (03)  
n.º -chumbo (03)  
n.º cobre (03)
- e) Haste metálica 50 em n.º 44009.26 (3)
- f) Pé cônico n.º 2006 (03)
- g) Mufla com gancho n.º 2047 (3)
- h) Balança de precisão ordinária n.º 44009.26 (01)
- i) Becker 500ml
- j) Termômetro (1/1°C) 0 – 100°C n.º 04110.00 (03)
- k) Placa aquecedora n.º 36015.00 (03)

### DESENVOLVIMENTO

Dois corpos em contato, em temperaturas diferentes, tendem para uma mesma temperatura de equilíbrio denominada de equilíbrio térmico. Como as temperaturas são desiguais, a energia cinética média das moléculas é diferente. As moléculas de maior temperatura, tendo maior energia cinética média, movimentam-se com maior velocidade chocando-se com as moléculas de menor temperatura e transferindo energia até a temperatura de equilíbrio térmico. Quando o corpo de maior temperatura transfere energia para o corpo mais frio, ele sofre diminuição na sua energia interna até o equilíbrio.

Podemos definir também calor como a energia transferida de um corpo para outro.

$$1\text{cal} = 4,18\text{ J (joules)}$$

**Tabela:** Calor específico (fonte-Física volume único, Antonio Máximo e Beatriz Alvarenga, 1997).

Substância	Calor Específico ( c) cal/g.°C
Água	1
Gelo	0,55
Vapor d'água	0,50
Alumínio	0,22
Vidro	0,20
Ferro	0,11
Latão	0,09
Cobre	0,99
Prata	0,05
Mercúrio	0,03
Chumbo	0,03

### PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- Coloca-se em um Becker certo volume de água sob aquecimento em bico de bunsen ou placa aquecedora.
- Pesar os corpos sólido:  $m_1 =$   
 $m_2$   
 $m_3$
- Coloca-se o corpo sólido dentro do Becker em aquecimento dependurado na haste.
- Pesa-se o calorímetro vazio  $m = \dots$  g
- Coloca-se certo volume de H<sub>2</sub>O ..... ml no interior do calorímetro e determina-se o seu peso  $m_2 = \dots$  g
- Homogeneizar e em seguida determinar a temperatura de H<sub>2</sub>O no calorímetro  $t_1 = \dots$ °C
- Determinar a temperatura do corpo sólido em aquecimento  $t_2 = \dots$ °C e introduzir **rapidamente** no interior do calorímetro
- Após introduzir o corpo sólido, acompanhar o aumento de temperatura e determina a temperatura de equilíbrio térmico da mistura  $t_{eq} = \dots$ °C

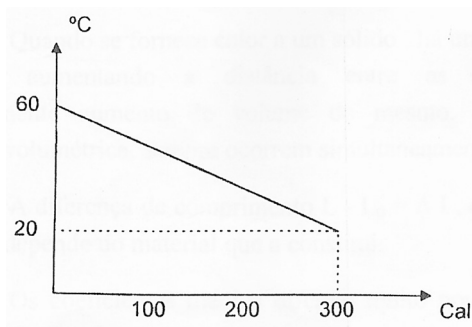
### Análise dos resultados

- Calcular o calor específico dos sólidos sendo  $Q_{cedido} = Q_{recebido}$  e  $C_{cal} = 28 \text{ cal/}^\circ\text{C}$
- Quem recebeu calor?
- Quantidade de calor recebido  $Q_1 = \dots$
- Na mistura quem cedeu calor?
- Quantidade de calor cedida  $Q_c = \dots$
- Qual a finalidade de colocar o corpo suspenso num recipiente com água para ser aquecido?
- Repetir a experiência cinco vezes. Obter o valor provável do calor específico.
- Misturou-se a 640g de água fria à temperatura de 28°C com um sólido cuja massa é igual a 48g à temperatura de 99°C num calorímetro tipo Berthelot cuja capacidade é 28 cal/°C obteve-se um equilíbrio térmico a 56°C. Calcular o calor específico do sólido.

**Exemplo de aplicação.**

O gráfico abaixo mostra a variação de temperatura de um corpo de 10g em função da quantidade de calor cedido por ele. Determinar:

- a) A capacidade calorífica
- b) O calor específico da substância que constitui o corpo.



P-2. Para uma mesma substância, podemos concluir que quanto maior a massa, maior será a sua .....

p-3. Podemos dizer que o calor específico de uma substância se relaciona com a rapidez com que ela se ..... ou se resfria.

Usando a equação  $Q = m.c.\Delta T$ , como  $C = m.c$ , logo,  $Q = C. \Delta T$ .

Com a equação  $Q = C. \Delta T$  calcula-se o valor da capacidade calorífica do calorímetro.

$$1 / C = \frac{\Delta T}{Q}$$

$$Tg = \frac{20 - 60}{300 - 0} = \frac{- 40}{300} = 1 / - 7,5$$

$$C = - 7,5 \text{ Cal} / ^\circ\text{C}$$

Escolhendo dois pontos do gráfico (x=Q, y=T)

(300, 20) e (0,60)

$$C = \frac{0 - 300}{60 - 20} = \frac{-300}{40}$$

$$C = - 7,5 \text{ Cal} / ^\circ\text{C}$$

### CONCLUSÃO

E através do calor específico que se tem a idéia da rapidez com que um corpo se aquece ou se resfria. A substância que tem o maior calor específico é a água  $c = 1,0 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ . Podemos concluir que quanto maior a massa de uma substância, menor o seu calor específico.

$$Q = m.c. \Delta T .$$



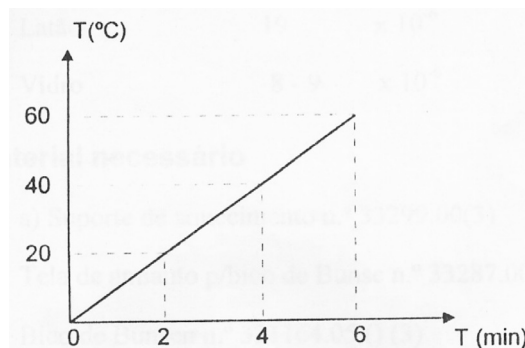
### RESUMO

Nesta aula, aprendemos a calcular o calor específico de substâncias sólidas, utilizando o método das misturas e aplicando a lei de conservação de energia. O processo de mistura de corpos em várias temperaturas permitiu calcular a capacidade calorífica do calorímetro. Para calcular o calor específico utilizamos a capacidade calorífica do calorímetro obtida na aula anterior. O calor recebido pelo corpo frio, o de menor temperatura, e o recipiente (calorímetro), é igual à quantidade de calor cedida pelo corpo quente, o de maior temperatura. A quantidade de calor cedida ou recebida é calculada por  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ . A unidade de calor utilizada é a caloria (cal) e quilocaloria (Kcal). O calor específico dos sólidos é calculado por  $c = Q / m \cdot \Delta T$  e sua unidade é  $\text{cal} / \text{g} \cdot ^\circ\text{C}$ .



### ATIVIDADES

O gráfico ao lado mostra a variação de temperatura em função do tempo. Sabe-se que a substância recebe 300 calorias por minuto de uma fonte qualquer de calor.. Determine o calor específico da substância.



## COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

Quanto maior a massa de uma substância, menor o seu calor específico. Observando a equação  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ , o calor específico é dado pela relação  $c = Q / m \cdot \Delta T$ . Ao dividir um número por outro número cada vez maior, terá como resultado um número menor, por isso, quanto maior a massa, menor o calor específico para a substância em questão. Por meio da equação  $C = m \cdot c$ , concluímos que quanto maior a massa maior a capacidade calorífica do calorímetro.



## PRÓXIMA AULA

Na próxima aula, prezado aluno, você vai aprender a aplicar a lei da dilatação linear de sólidos para observar o aumento nas dimensões dos corpos sólidos, calcular o coeficiente de dilatação volumétrica de líquidos, construir gráficos  $\Delta L \times \Delta T$  e  $\Delta V \times \Delta T$  e identificar que grandeza representa o coeficiente angular nos gráficos  $\Delta L \times \Delta T$  e  $\Delta V \times \Delta T$ .

## REFERÊNCIAS

**MORETTO**, Vasco Pedro; Lenz, Urbano. Mecânica – Física em Módulos de Ensino. 2º grau. São Paulo: Editora Ática S.A. 1980.

**OKUNO**, Emico; CALDAS, Iberê; ROBILLOTA, Cecil. **Física Para Ciências Biológicas e Biomédicas**. São Paulo: Harper & Row, 1982.

**PUGLIESI NETTO**, Humberto; SUAREZ, Francisco; CARNEIRO NETO; RODRIGUES, Oscar de Sá;. **Física Experimental**. São Paulo: Nobel, 1975.

**ALONSO**, Marcelo. E FINN, Edward J. **Física**. Tradutoras, Maria Alice Gomes da Costa e

Maria de Jesus Vaz de Carvalho. São Paulo: Addison Wesley Longman do Brasil Ltda, 1999.